

IDENTIFICACIÓN DE LAS DIFICULTADES DE LOS ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN LA LECTURA DE LAS IMÁGENES CIENTÍFICAS DIGITALES E INTERACTIVAS

Víctor López Simó, Roser Pintó Casulleras
CRECIM (UAB)

RESUMEN: Esta investigación aborda las dificultades con las que se encuentran los estudiantes de secundaria cuando usan simulaciones de física y leen las imágenes científicas representadas por pantalla. Inicialmente, se analizan las características visuales de dos imágenes científicas, una sobre rozamiento y otra sobre inducción electromagnética. Posteriormente, 14 estudiantes de 3º y 4º de ESO son entrevistados mientras leen estas representaciones. Las dificultades de lectura más relevantes que se encuentran son: (a) las que conciernen a la estructura de la imagen, (b) a la relevancia de sus elementos, (c) a las representaciones múltiples, (d) a su dinamismo y (e) a su valor comunicativo. El hecho de identificar las mismas dificultades en alumnos que leen imágenes distintas induce a pensar que estas son generalizables, y que se debe fomentar su lectura crítica en el aula.

PALABRAS CLAVE: Simulaciones de física, representaciones visuales, lectura de imágenes, semiótica.

OBJETIVOS

Las simulaciones educativas son pequeñas aplicaciones informáticas que representan fenómenos y experimentos de forma interactiva. Según Wieman, Adams, & Perkins (2008) estas aplicaciones son muy útiles porque ayudan a visualizar modelos que, en ausencia de imágenes, serían mucho más costosos de comprender. Sin embargo, la concepción que las imágenes son más comunicativas y «fáciles» de leer que el texto escrito puede inducir a pensar que leer imágenes equivale a comprenderlas canónicamente. Esta idea, también arraigada entre el profesorado de ciencias a secundaria, ha sido refutada en estudios previos (Ametller & Pintó, 2002; Colin, Chauvet, & Viennot, 2002; Stylianidou, 2002; Testa, Monroy, & Sassi, 2002), que han demostrado que la lectura canónica de imágenes (en estos casos estáticas y analógicas) es mucho menos habitual de lo que parece, ya que cada estudiante puede leer e interpretar una representación visual de forma distinta, y por lo tanto, pueden aparecer dificultades para leerla canónicamente.

En este contexto, el objetivo de nuestra investigación es identificar qué tipologías de dificultades intervienen cuando estudiantes de secundaria leen las imágenes científicas que aparecen en simulaciones educativas, con el objetivo final de informar sobre estas dificultades al profesorado que vaya a usar las simulaciones. Para ello, nos hemos centrado en las imágenes científicas (figuras 1 y 2) que aparecen en dos simulaciones educativas de física disponibles en el portal web del proyecto PhET (Wieman et al., 2008).

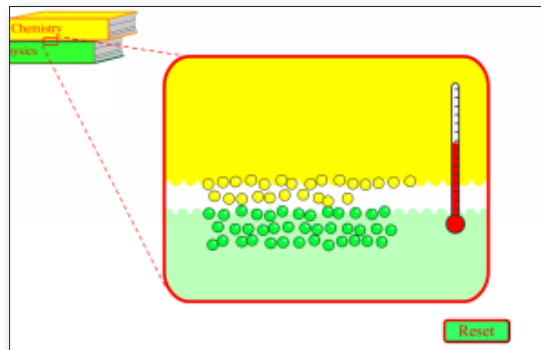


Fig. 1. Representación visual de la simulación A, sobre la relación entre rozamiento y calentamiento (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/friction>)

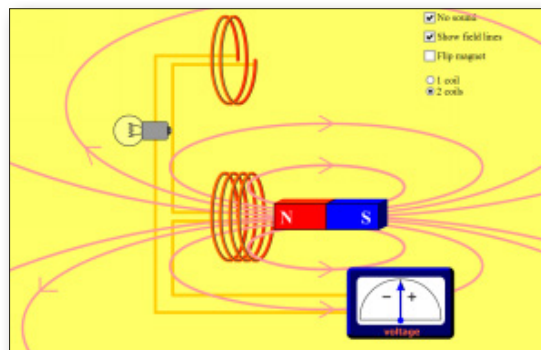


Fig. 2. Representación visual de la simulación B, sobre inducción electromagnética (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/faradays-law>)

MARCO TEÓRICO

Cuando un estudiante lee una representación visual, construye su significado en un plano semántico en base a la realización gramatical visual de esta representación. Para interpretar esta realización gramatical, Kress & Van Leeuwen, (1996) proponen un sistema de análisis semiótico –también usado en el campo de la didáctica de las ciencias (Pintó & Ametller, 2002) – que permite identificar las características visuales relevantes de una representación, como su estructura, prominencia de sus elementos, forma, color, función lingüística, homonimias, etc. Algunas de estas características pueden ser problemáticas, y en consecuencia, inducir a dificultades de lectura a nivel sintáctico, semántico o pragmático. Además del análisis de las imágenes hay que considerar como los estudiantes las leen e interpretan, analizando los procesos perceptivos y cognitivos que intervienen. Según Winn (1994), a lo largo del proceso de lectura (detección, identificación, comprensión) se produce una reconfiguración

de la percepción visual que influye en la relevancia que el lector da a cada elemento visual, y esta se ve acentuada cuando se lee información visual dinámica (Lowe, 2003; Meyer, Rasch, & Schnotz, 2010). Los distintos modelos cognitivos de Mayer & Moreno (2003) o Schnotz (2004), propuestos desde la psicología y aplicados también a la enseñanza de la ciencia (Cook, 2006; Plass, Homer, & Hayward, 2009), describen esta lectura de gráficos a través de una multiplicidad de elementos que intervienen: la percepción, la selección, los conocimientos previos, la atención o las conexiones representacionales que se dan lugar. Además, si las imágenes contienen representaciones múltiples (Ainsworth, 2006), interviene tanto la tipología de información (que puede ser diferente, complementaria o redundante) como las distintas operaciones cognitivas que se soportan (búsqueda, reconocimiento e inferencia). Finalmente, los conocimientos previos entorno de los conceptos científicos representados (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994) también condicionan fuertemente su comprensión de las imágenes, así como los razonamientos espontáneos que utilizan los estudiantes para comprender aquello que leen (Viennot, 1996).

METODOLOGÍA

Este estudio, enmarcado dentro de un proyecto de tesis doctoral más amplio, busca la existencia de dificultades de lectura y, por lo tanto, se trata de una investigación cualitativa. El primer paso del estudio ha sido la selección de las dos simulaciones educativas A y B (ver figuras 1 y 2) en base a una serie de requisitos previos: ausencia de formulismo matemático, contenido integrable en el currículum escolar, grado alto de interacción y libre acceso. Para cada simulación se ha realizado un análisis visual previo (elaborando un listado de sus principales características visuales) y otro de contenido (elaborando mapas conceptuales con los elementos representados). A continuación, se han realizado y grabado en vídeo 23 entrevistas semiestructuradas a estudiantes de 3º y 4º de ESO de 4 escuelas diferentes, con una duración media de 20 minutos por entrevista. De estas 23 entrevistas, que preguntaban a cada participante tanto por «lo que se ve en la simulación» como por «lo que el alumno cree entender», se han seleccionado 14 (7 referentes a la simulación A y 7 más para la simulación B), que posteriormente se han transcrito y analizado. Durante este proceso, se han identificado y codificado los fragmentos más relevantes de cada entrevista, se ha analizado su contenido y se ha descrito cada una de las dificultades identificadas. A medida que las entrevistas iban siendo analizadas, se ha ido construyendo y revisando de forma iterativa el sistema de categorización que presentamos a continuación. El proceso ha sido soportado con el software de análisis cualitativo Atlas.ti.

RESULTADOS

A través del análisis de las 14 entrevistas, se ha construido una categorización de las dificultades encontradas entre los estudiantes, que presentamos a continuación en forma de lista. Por cuestiones de extensión, solo presentamos algunos ejemplos.

Dificultades en la comprensión de la estructura composicional (EC)

Hay situaciones en las que los estudiantes no leen canónicamente la disposición espacial de los elementos visuales conectados e integrados en la representación global. Puede producirse por:

- La no identificación de uno o más sintagmas visuales (EC1)
- La conexión errónea entre dos o más sintagmas visuales (EC2)
- La asignación errónea de validez a uno o más sintagmas visuales (EC3)

Como ejemplo, en la imagen de la simulación A (figura 3) aparece una relación de zoom entre dos sintagmas visuales: el de la izquierda (la representación de dos libros de física y de química) y el de la derecha (la representación molecular de las superficies de contacto entre los dos libros). En cambio, la alumna A3 relaciona las etiquetas verbales «física» y «química» con las representaciones moleculares, diciendo «en la simulación aparecen átomos de química y átomos de física» (figura 4), no entendiendo la estructura composicional de la representación.

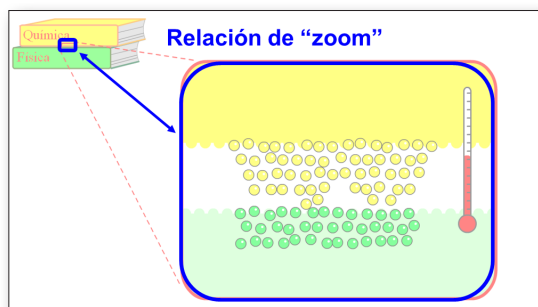


Fig. 3. Interpretación canónica de la EC en la simulación A

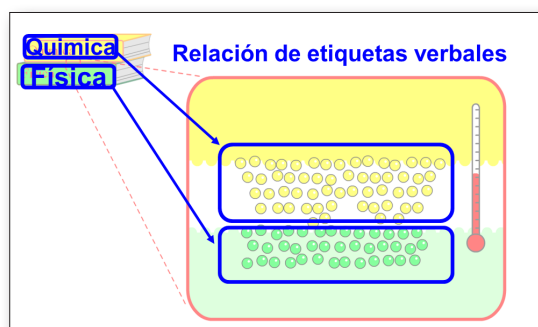


Fig. 4. Interpretación errónea de la EC por conexión errónea (categoría EC2)

Dificultades para dar la relevancia (RE) adecuada a cada elemento visual

Son aquellas relacionadas con dar a un elemento visual mayor relevancia de la que le toca, dejando de fijarse en otros elementos, asignando causalidades incorrectas o innecesarias o bien centrarse en elementos superfluos para construir explicaciones. Hemos identificado este exceso (o en algún caso, defecto) de relevancia a:

- El color de un elemento visual (RE1)
- La forma de un elemento visual (RE2)
- El texto insertado en la representación (RE3)

Como ejemplo de estas dificultades, el estudiante B3 se centra en el color del imán (RE1) y no su movimiento para intentar explicar el comportamiento del sistema, construyendo una explicación errónea: «la bombilla se ilumina cuando pasa la parte roja del imán, pero cuando pasa la parte azul no». Del mismo modo, B6 da un exceso de relevancia a la forma de hueco de la espira (RE2) que lleva a varios estudiantes a decir que: «el circuito está abierto porque hay un hueco en su interior».

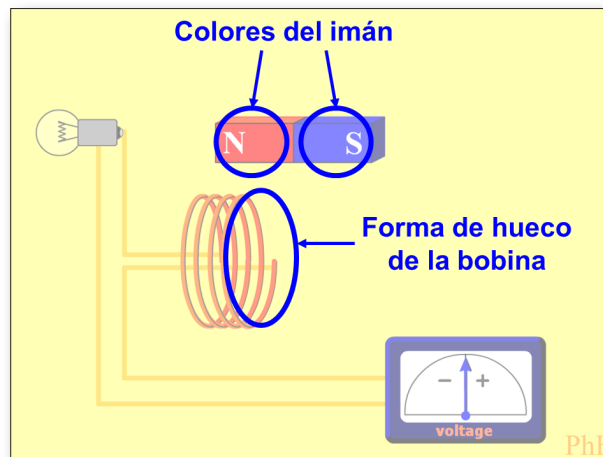


Fig. 5. Exceso de relevancia identificado en algunos estudiantes a elementos visuales de la simulación B

Dificultades para abordar representaciones múltiples (RM)

Comprenden aquellas situaciones en las que, durante la lectura, el estudiante no conecta adecuadamente dos o más fuentes de información. Esto puede darse cuando:

- No se integran adecuadamente informaciones total o parcialmente redundantes (RM1).
- No se integran adecuadamente informaciones complementarias (RM2).
- No se discriminan y se mezclan informaciones diferentes (RM3).

Como ejemplo, el estudiante B1 no conecta adecuadamente el brillo de la bombilla con la aguja del voltímetro (RM2), y el estudiante B4 mezcla el voltímetro con el imán, pensándose que el voltímetro es una brújula (RM3), tal como se representa en la figura 6.

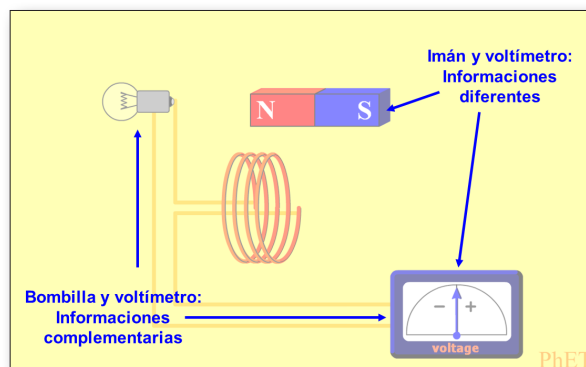


Fig. 6. Ejemplo de información complementaria e información diferente en la simulación B

Dificultades para percibir o interpretar la información dinámica (DI) que proviene de la animación

Son aquellas en las que el estudiante no percibe o no interpreta la información dinámica y animada (cambios, movimiento, transiciones, apariciones, etc.). Hemos encontrado este tipo de dificultades cuando:

- Se confunde posición con movimiento a la hora de comprender la imagen dinámica, y se dan explicaciones en términos de la posición de los elementos de la imagen en vez de darse en términos de su movimiento (DI1).
- Los interpretan las animaciones dinámicas representadas de forma simultánea como si fueran sucesivas (DI2).
- Se interpretan los cambios no lineales (con ritmo de cambio no constante) representados como lineales (con ritmo de cambio constante) (DI3).
- No se interpretan los grados de intensidad de una representación animada, identificándose solo si ocurre / no ocurre, pero no si ocurre con mayor o menor intensidad (DI4).

Como ejemplo, la mayoría de estudiantes que visualizan la simulación A interpretan de forma espontánea una bajada lineal y no exponencial de la temperatura (representación de un enfriamiento de Newton). La alumna A2 dice:

- ¿Podrías describirme el descenso de temperatura representada en el termómetro?
- Sí, baja todo el rato igual.
- Vuelve a hacerlo y fíjate bien en el termómetro.
- Ah, no, al principio baja más deprisa y luego más despacio.

Dificultades para comprender la naturaleza comunicativa de las representaciones (NC)

Aparecen cuando el estudiante no reconoce la naturaleza de la información representada y la confunde con informaciones de diferente naturaleza. Esto puede darse si:

- No se reconoce el modelo científico o la escala de representación a partir de la cual interpretar la imagen (NC1).
- No se reconoce el modo representativo (decorativo, científico, figurativo, abstracto, etc.) de algún elemento de la imagen (NC2).

Como ejemplo, en la simulación A, la estudiante A6 habla del brillo de las partículas (función decorativa) como «*el núcleo de los átomos*» (función científica).

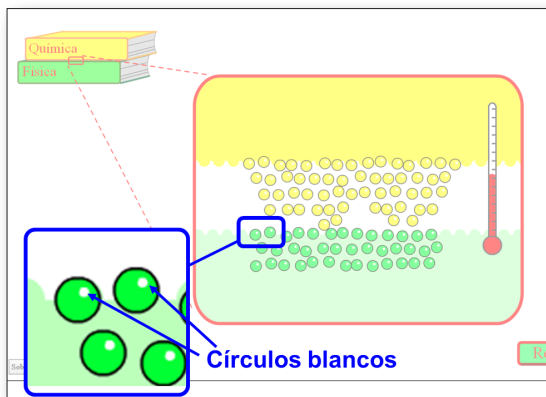


Fig. 7. Elemento decorativo (brillo de los átomos) que induce a error.

En último lugar, la siguiente tabla representa las categorías de dificultades que hemos identificado en las respuestas de cada alumno de la selección.

Tabla 1.
Dificultades (columnas) identificadas en cada estudiante (filas)

		EC			RE			RM			DI				NC	
		EC1	EC2	EC3	RE1	RE2	RE3	RM1	RM2	RM3	DI1	DI2	DI3	DI4	NC1	NC2
Alumnos con la sim. A	A1	•	•	•			•		•	•	•		•			•
	A2	•	•						•		•		•		•	
	A3	•	•				•	•		•			•		•	•
	A4									•	•		•	•	•	
	A5								•	•			•			
	A6			•			•	•	•	•	•					•
	A7	•	•	•		•		•			•					
	Total	4	4	3	0	1	3	4	4	5	5	0	5	1	3	3
Alumnos con la sim. B	B1		•			•	•		•		•					•
	B2		•			•			•		•	•		•		
	B3		•	•	•	•			•		•	•				
	B4		•						•	•	•				•	
	B5		•													
	B6					•									•	
	B7				•	•								•	•	
	Total	0	5	1	2	5	1	0	4	1	3	2	0	2	3	1

CONCLUSIONES

Hemos identificado una amplia gama de dificultades que pueden afectar a la lectura de imágenes científicas y que demuestran que la lectura de imágenes (por simples que parezcan) no es trivial, y aún menos si éstas son dinámicas. Las dificultades identificadas provienen de las características de la imagen

tanto a un nivel sintáctico (como EC) como a un nivel pragmático (como NC), pero también influye mucho la percepción y atención del lector, condicionadas por sus concepciones y razonamientos espontáneos. Además, las especificidades del contenido (como NC1, en DI1 y DI3) juegan un papel muy relevante, cosa que indica que ni los principios generales de semiótica ni los modelos cognitivos bastan para comprender de forma global la lectura de imágenes científicas con estudiantes de secundaria.

Por otro lado, el hecho de identificar las mismas dificultades en alumnos distintos leyendo simulaciones distintas sugiere que es posible inferir patrones más generales de dificultades de lectura que, quizás, podrán identificarse en estudiantes que utilicen terceras simulaciones.

Todo esto refuerza la idea que, cuando se utilizan simulaciones científicas en el aula, también se debe trabajar la lectura crítica de imágenes en el aula si se quiere mejorar su comprensión.

AGRADECIMIENTOS

Al programa FPU del MECD y al proyecto EDU2011-28431 del MINECO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- Ametller, J., & Pintó, R. (2002). Students' reading of innovative images of Energy at secondary school level. *IJSE*, 24(3), 285–312.
- Colin, P., Chauvet, F., & Viennot, L. (2002). Reading images in optics: Students' difficulties and teachers' views. *IJSE*, 24(3), 313–332.
- Cook, M. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90(6), 1073–1091.
- Kress, G., & Van Leeuwen, T. (1996). *Reading Images. The Grammar of Visual Design*. New York: Routledge.
- Mayer, R., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- Pintó, R., & Ametller, J. (2002). Students' difficulties in reading images. Comparing results from four national research groups. *IJSE*, 24(3), 333–341.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Hayward, E. O. (2009). Design factors for educationally effective animations and simulations. *Journal of Computing in Higher Education*, 21(1), 31–61.
- Schnotz, W. (2004). An Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In R. Mayer (Ed.), *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*.
- Stylianidou, F. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257–283.
- Testa, I., Monroy, G., & Sassi, E. (2002). Students' reading images in kinematics: The case of real-time graphs. *IJSE*, 24(3), 235–256.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682–683.